

II - 4 4

緩傾斜堤への波の打ち上げ高に及ぼす粗度・透水性の効果

東北工業大学 ○正員 高橋 敏彦

東北大学・工 正員 首藤 伸夫

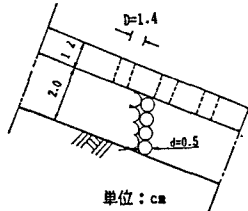
1. はじめに

近年、低反射で打ち上げ高さが小さく、堤脚洗掘防止効果が大いとい注目されている緩傾斜堤が築造されつつある。この緩傾斜堤は、ブロック等による粗度及び捨石層・フィルター層の透水性が大きな特徴となっているが、打ち上げ高さや反射率に及ぼすこれらの効果は、いまだ明らかにされていない。

そこで本研究は、緩傾斜堤の縮尺1/40模型を基本に、粗度及び透水性の効果を実験的に検討した。

2. 実験条件及び実験方法

実験は、長さ11.3m、幅0.3m、高さ0.5mの両面ガラス張り水路に、法面勾配1/5の模型堤体（図-1）を設置し、水深0.20m、波高約0.01~0.07m、周期1.26secで行った。表-1に示す各条件において3回づつ実験を行い、その平均値を実験値とした。粗面の表面空隙率は、いずれの板の孔も既設の空隙率に近い値の約22%とした。入射波高、反射波高は、Healyの方法で解析し波の打ち上げ高さは、予備実験により、打ち上げ高さが安定する15波~40波のR（波の打ち上げ高）を目視より読み取りその平均値とした。



単位：cm

図-1 模型堤体概略図

表-1 実験条件（透水層厚一定）

実験No.	T(sec)	H(cm)	板径 d (mm)	板孔 D (mm)
A-1	1.26	1.0	滑 面	
A-2			14.0	
A-3			25.0	
A-4			40.0	
A-5			5.0	14.0
A-6			10.0	
A-7			20.0	
A-8			5.0	
A-9		7.0	5.0	25.0
A-10			10.0	40.0
A-11			10.0	14.0
A-12			10.0	25.0
A-13			20.0	40.0
A-14			20.0	14.0
A-15			20.0	25.0
A-16			20.0	40.0

3. 実験結果

図-2(a),(b)は、滑面及び粗面の H_o/L_o （沖

波波形勾配）に対する R/H_o （波の打ち上げ高Rと沖波波高 H_o との比）と K_r （反射率）の関係を図示したものである。図中には、比較のため、滑面の1/5勾配に対するSaville¹⁾及びGreslou-Mahe²⁾の実験曲線も併記している。

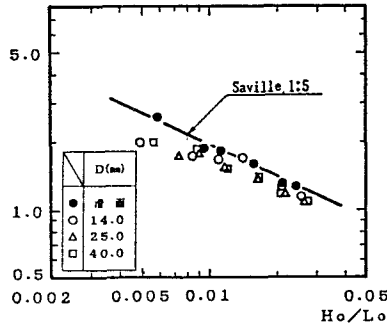
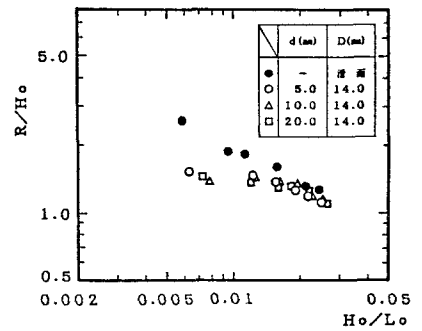
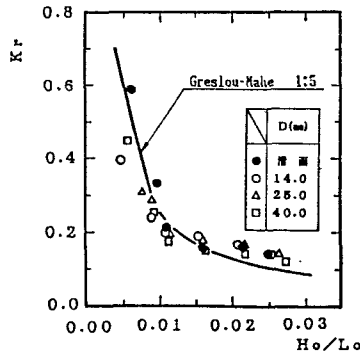
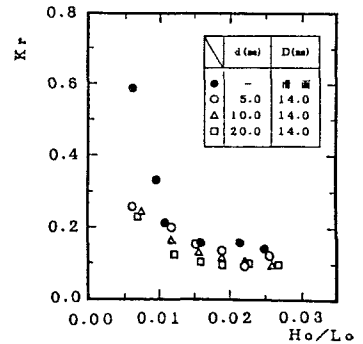

図-2(a) R/H_o と H_o/L_o との関係

図-3(a) R/H_o と H_o/L_o との関係

図-3(a),(b)は、粗面の下に透水層を設置した場合の実験結果の一例である。

図-2, 3より、 R/H_o , K_r は、滑面より粗面の場合のみ、粗面のみよりも粗面+透水層の場合の方が、より小さく、粗度・透水性の効果が打ち上げ高さ・反射率


図-2(b) K_r と H_o/L_o との関係

図-3(b) K_r と H_o/L_o との関係

に表れているのが分かる。この効果は、 H_o/L_o が小さい程大きく影響しているようである。

4. エネルギーロス

各ケースの水表面単位面積当りの総エネルギーロスは、次式で求めることができる。

$$E_{loss} = 1/8 \rho g H_i^2 - 1/8 \rho g H_r^2 = 1/8 \rho g H_i^2 \{1 - (K_r)^2\} \dots\dots\dots (1)$$

ここに ρ : 密度 g : 重力加速度 H_i : 入射波高 H_r : 反射波高 K_r : 反射率

以下で述べるエネルギーロスは、(1)式を用いている。

4-1. 粗度によるエネルギーロス

図-4は、滑面によるエネルギーロス ($E_{b,loss}$) と粗面 (斜面に孔のみを有する実験ケースNo.2~4) のエネルギーロス ($E_{r,loss}$) の割合と、 H_o/L_o の関係を図示したものである。滑面による総エネルギーロス $\equiv$ 碎波によるエネルギーロスと考えれば、「1.0-実線の回帰曲線の値」は、粗面の総エネルギーロスに対する粗度のエネルギーロスと考えることができる。図よりいずれのケースも H_o/L_o が小さくなるほど粗度の影響が大きくなっている。 $H_o/L_o \equiv 0.007$ 以上では、各ケース共ほぼ同じ値である。それ以下では、 H_o/L_o が異なるので一概に比較はできないが、 $D=14.0mm$ のケースより各ケース共急激に粗度の効果が大きくなっていくようである。

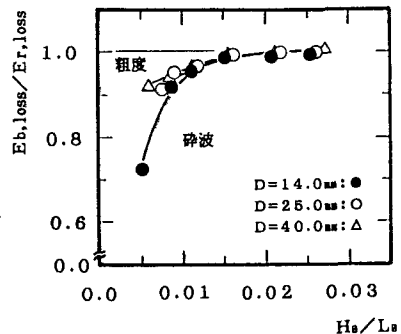


図-4 粗度によるエネルギーロス

4-2. 透水性によるエネルギーロス

図-5は、図-4と同様の考え方で、粗面によるエネルギーロス ($E_{r,loss} = E_{r,1,2}, E_{r,1,4}$ 添字は実験No.を示す) と粗面+透水性のエネルギーロス ($E_{p,loss} = E_{p,1,8}, E_{p,1,10}$) の割合を縦軸に、 H_o/L_o を横軸にとり図示した一例である。但し各ケース共 $E_{r,loss}/E_{p,loss}$ においては、同じ孔の粗面で除して d (粒径) の透水性の効果を求めており、図中の実線は、回帰曲線である。図より、 d (粒径) =一定で比較しても D (孔径) の違いにより透水性の効果は異なるようであるが、 D (孔径) =一定の場合、平均的には d (粒径) の大きい程透水性の効果は大きい結果となっている。今回の実験範囲では、透水性の効果は $H_o/L_o \equiv 0.005$ で総エネルギーロスの約10%が最も大きい値であり、 H_o/L_o が大きくなるにしたがいその効果は減少し、 $H_o/L_o \equiv 0.025$ でほぼ0となっている。

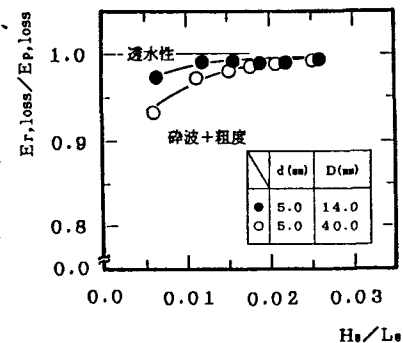


図-5 透水性によるエネルギーロス

4-3. 総エネルギーロスに対する各エネルギーロスの割合

図-6は、 $D=14.0mm, d=5.0mm$ の場合の総エネルギーロスに対する各エネルギーロスの割合を図示した例で、粗度・透水性の効果は、図-4, 5等で求めたものより決め、他を碎波によるエネルギーロスとしたものである。 H_o/L_o が小さいほど粗度、透水性の効果が大きく表れるが、 $H_o/L_o \equiv 0.025$ 以上では粗度、透水性の効果は、ほぼ0になる結果となっており、他のケースも同様の傾向を示している。

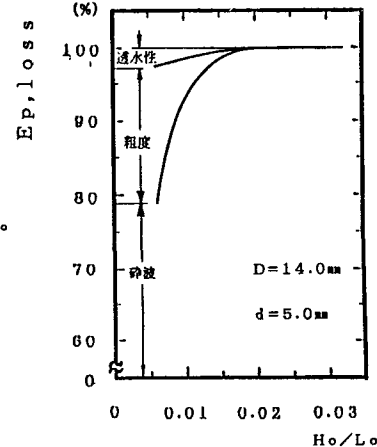


図-6 総エネルギーロスに対する各エネルギーロス

5. おわりに

波の打ち上げ高さ・反射率に及ぼす、粗度・透水性の効果がかなり明らかになった。今後さらに、各エネルギーロスの評価方法を検討し、詳細に説明していく予定である。

【参考文献】

- 1) Saville, T. Jr: Laboratory Investigation of Rubble-sound Breakwaters, Journal of the Waterways and Harbor Division, ASCE, v o l. 86, No. W3, pp151~156, Sept. 1960.
- 2) Greslou, L. et Y. Mahe: Etude du Coefficient de reflexion d'une houle sur un obstacle constitue par un plan incline, Proc. of 5th Conf. on Coastal Engineering, pp.68~84, 1955.